



Adaptation mutuelle du processus de conception, du rôle de l'enseignement et de la qualité de la collaboration dans une situation de conception collaborative à distance

Stéphane SAFIN¹, Aurélie VERSCHUERE¹, Jean-Marie BURKHARDT² Françoise DETIENNE³

¹LUCID-ULg – Université de Liège – Bât B52, chemin des Chevreuils, 1, 4000 Liège

²LATI - Université Paris Descartes

³LTCI- UMR 5141 - CNRS - Telecom Paris Tech / Département SES - Bureau B 421/ 46 rue Barrault 75634 Paris Cedex 13

Résumé. Cet article présente les résultats d'une étude des modes de collaboration dans un dispositif d'atelier de conception architecturale à distance, effectué par des groupes d'étudiants français et belges. Cette activité de plusieurs mois a été outillée notamment par le Studio Digital Collaboratif, dispositif multimodal de collaboration à distance visant à reproduire les conditions de la coprésence. Nous investiguons de manière longitudinale et comparative trois variables et leurs interrelations : la qualité de la collaboration, le processus de conception collective et la posture spontanément adoptée par l'encadrant. Nous montrons que ces variables sont étroitement dépendantes les unes des autres.

Mots-clés : Processus sociaux et comportementaux, facteurs groupaux, éducation, convivialité, utilisabilité et acceptabilité de système.

Mutual adaptation of the design process, the role of the teacher and the quality of collaboration in a situation of distant collaborative design

Abstract. This paper presents the results of a study on the collaboration modalities in a architectural design remote studio, gathering students from France and Belgium. This several months activity has been supported by the Collaborative Design Studio, a multimodal collaboration setting aiming at re-creating, remotely, the conditions of the copresence. We investigate, on a longitudinal basis and with a comparative approach, three variables and their inter-relations: the quality of the collaboration, the collaborative design process and the role spontaneously adopted by the teacher. We show that these variables are closely interdependent.

Key words: Behavioural and social processes, Group factors, education, System friendliness, usability and acceptability

*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à Liège du 13 au 15 septembre 2010. Il est permis d'en faire une copie papier ou digitale pour un usage pédagogique ou universitaire, en citant la source exacte du document, qui est la suivante :

Safin, S., Verschuere, A., Burkhardt, J.-M. & Détienne, F. (2010). Adaptation mutuelle du processus de conception, du rôle de l'enseignant et de la qualité de la collaboration dans une situation de conception collaborative à distance. In A.-S. Nyssen (Ed). *Fiabilité, Adaptation et Résilience*. SELF'2010, Congrès International d'Ergonomie. Liège, Belgique. 354- 362.

Aucun usage commercial ne peut en être fait sans l'accord des éditeurs ou archiveurs électroniques. Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page.

INTRODUCTION

Ce papier décrit les résultats d'une expérience pédagogique d'atelier de conception architecturale collaborative à distance, qui s'est tenue entre septembre et décembre 2010, entre l'Université de Liège (Faculté des sciences appliquées) et l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy. 16 étudiants, 5 en Belgique et 11 en France, répartis par groupes de quatre (un belge et deux français, ou deux belges et deux français), étaient chargés de concevoir, de manière collaborative, une salle de spectacles polyvalente sur un site liégeois. Le programme était entièrement défini, et les étudiants ont eu l'occasion de visiter le site lors de leur première rencontre en coprésence. Chacun des participants devait endosser deux rôles pour la mener à bien cet atelier, parmi les huit suivants : Composition architecturale, Architecture d'intérieur, Structure/Enveloppe, Cibles HQE, Eclairage/Acoustique, Techniques spéciales, Responsable des échanges. Pour collaborer durant ce quadrimestre, les groupes d'étudiants étaient encadrés par quatre membres des équipes pédagogiques et avaient plusieurs outils à leur disposition :

- Des outils de collaboration asynchrone (courriels, armoires à plans électroniques, bases de données d'échanges...)
- Des outils de collaboration synchrones (clavardage, téléphone, visioconférence)
- Un environnement multimodal de collaboration à distance synchrone exclusif, le Studio Digital Collaboratif (SDC – voir point suivant), visant à reproduire à distance les conditions de réunions en coprésence. Chaque groupe d'étudiants était habilité à utiliser le système pour une réunion d'une heure par semaine. Lors de chacune de ces séances de travail, les groupes étaient accompagnés par un encadrant (à Liège).

Au total, les groupes d'étudiants ont eu 12 séances de travail synchrones, la première (visite du site et présentation des consignes) et la dernière (présentation finale) en coprésence, les dix autres à distance sur le SDC (dont une présentation intermédiaire). Entre ces rencontres, des séances de travail individuel étaient planifiées, ainsi que des échanges avec les différents moyens à disposition des étudiants (synchrones et asynchrones).

Les analyses de la présente étude ne portent que sur les séances synchrones. Nous nous intéressons à trois variables que nous mettons en relation.

- Le processus de conception et l'avancement du travail dans ces groupes.
- La qualité de la collaboration au sein des groupes
- Le rôle (ou les rôles) endossé par l'encadrant durant les séances de travail collectif.

LE STUDIO DIGITAL COLLABORATIF

Le Studio Digital Collaboratif consiste en un environnement de tables digitales connectées en réseau, munies d'un système logiciel de *Sketch*

Sharing (croquis distribués) permettant à deux équipes distantes de collaborer dans des conditions reproduisant la coprésence, en transmettant en temps réel les interactions multimodales – graphiques, annotations et gestes – de collaborateurs géographiquement dispersés. Il se compose de trois modules principaux :

- un bureau virtuel, qui est un dispositif matériel composé d'une table de dessin numérique connectée en réseau, munie d'un stylo électronique et d'un système de projection étendu. Il fournit aux utilisateurs un espace de d'interaction au stylo de grande taille, dans la mouvance de l'ordinateur invisible (Norman, 1998).
- le logiciel SketSha (Figure 1), qui supporte le travail synchrone par interactions multimodales – graphiques, annotations et gestes de pointage – de concepteurs géographiquement distants. Il permet de partager, via internet, des documents entre postes connectés en réseau (plans techniques, dessins et esquisses, notes, photos, schéma, diagrammes, storyboards, etc.), de les manipuler (mise à échelle, rotation, translation, superposition, etc.) et de les annoter en temps réel.



Figure 1 Espace d'esquisses numériques

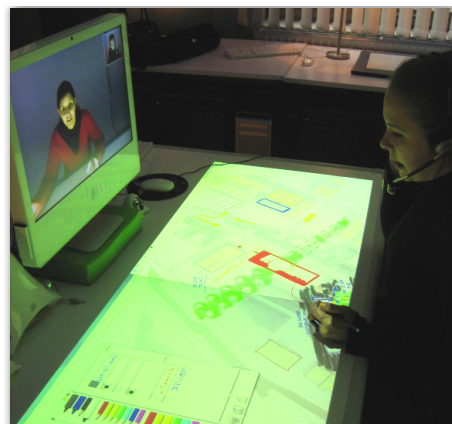


Figure 2 : réunion de travail sur le Studio Digital Collaboratif.

- un dispositif de visio-conférence qui, outre la

transmission du canal verbal, permet les échanges sociaux en donnant accès aux caractéristiques posturales et émotionnelles : chaque acteur dispose de l'information visuelle lui permettant d'apprécier l'attitude de ses interlocuteurs.

L'ensemble permet ainsi de placer ses utilisateurs en situation virtuelle de co-présence (figure 2). Une description plus complète du système peut être trouvée dans Safin, Delfosse & Leclercq, 2010, Safin & Leclercq (2009), Safin, Boulanger & Leclercq (2005).

METHODOLOGIE

Nos analyses ont porté sur deux des quatre groupes d'étudiants, choisis en fonction de la qualité de la collaboration en début de processus, telle que perçue par les enseignants : un groupe (G1) jugé comme efficace dès le démarrage et un groupe (G2) semblant éprouver des difficultés à collaborer et à avancer. Tous leurs échanges asynchrones ont été consignés et les séances de travail synchrones ont été intégralement filmées.

Notre méthodologie tient en plusieurs niveaux. Tout d'abord, l'ensemble des activités des deux groupes a été observé directement et les échanges et productions graphiques ont été tracés. Des « débriefings » hebdomadaires ont eu lieu avec les équipes d'enseignants pour bien appréhender l'état d'avancement des projets. Ces actions nous ont permis de qualifier le déroulement du processus de conception. Pour l'analyse de la qualité de la collaboration et du rôle des encadrants, nous avons analysé les vidéos de trois séquences d'activité. Ces séquences sont des extraits de 20 minutes environ, tirés des séances de travail synchrone 3, 6 et 10.

Grilles d'analyse

Afin d'analyser nos trois variables, nous avons utilisé les grilles d'analyse suivantes :

Processus de conception

Afin de pouvoir caractériser l'avancement du processus de conception collectif, nous avons défini trois phases, basées sur les travaux généraux de Rasmussen (1990) et Lebahar (1983), ainsi que sur les exigences implicites et explicites des enseignants :

- Une phase de définition consistant à élaborer les principes généraux du bâtiment : une volumétrie globale, un organigramme des espaces-fonctions ou des circulations, un principe d'implantation du bâtiment. Ces points devaient impérativement être exposés à la présentation intermédiaire.
- Une phase de conception à proprement parler, qui vise à prendre l'essentiel des décisions sur le bâtiment (aménagement des sous-espaces,

technologies envisagées, matériaux susceptibles de répondre aux problèmes de structure,...)

- Une phase de production, lors de laquelle le groupe, sur base des décisions structurantes prises précédemment, produit tous les éléments nécessaires à sa communication et à sa vérification : plans, calculs précis, vues 3D...

Qualité de la collaboration

Nous avons utilisé une grille développée précédemment (Burkhardt *et al.*, 2009a, 2009b), inspirée des travaux de Spada *et al.* (2005) dans le domaine du CSCL. Cette méthode permet d'effectuer un codage rapide des extraits vidéos, dans la mesure où il fait appel à des indicatifs subjectifs, tout en garantissant une forte fidélité inter-codeurs.

Cette grille décrit la qualité de la collaboration selon six dimensions : (1) La fluidité de la collaboration, (2) La compréhension mutuelle soutenue, (3) L'échange d'informations pour la résolution de problèmes, (4) L'argumentation et la prise de décision, (5) Les processus de travail et la gestion du temps (6) L'équilibre des contributions

L'analyse des extraits vidéos permet d'établir un score (de 1 à 5) sur chacune de ces dimensions pour chaque séance de travail. A noter aussi que la grille comporte une septième dimension (orientation individuelle envers la tâche), qui n'a pas été traitée pour cette étude.

Rôles de l'enseignant

Pour caractériser le rôle des enseignants, une analyse des protocoles verbaux a été mise en place. Ainsi, en se basant sur les travaux de Anastassova et Burkhardt (2009), nous avons identifié 7 types d'interventions de la part de l'encadrant :

- Fournir une information, pour alimenter le contenu du projet ou rappeler des contraintes
- Poser une question, pour chercher l'accord de tous ou faciliter la compréhension
- Poser un jugement, pour marquer son accord ou son désaccord
- Gérer l'organisation du groupe : rappeler les contraintes temporelles ou gérer le fonctionnement du groupe
- Effectuer une action, pour gérer l'utilisation du système ou pour illustrer des idées (par le dessin)
- Répondre à une question
- Donner une injonction, pour faire approfondir des idées ou pour entériner des décisions.

RESULTATS

Tout d'abord, l'approche longitudinale a permis de qualifier l'avancement du processus de conception dans les deux groupes de la façon suivante :

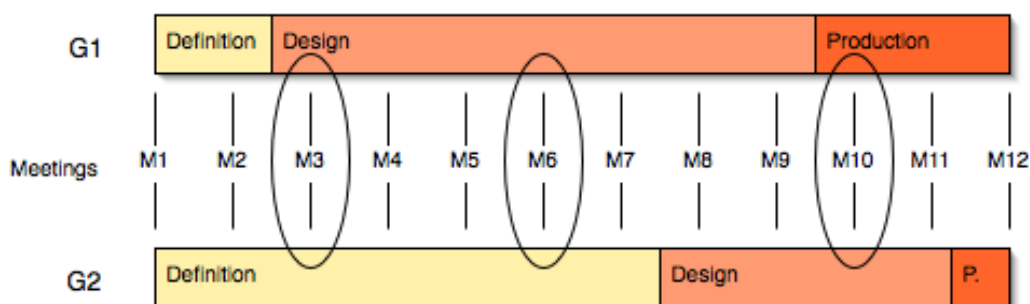


Figure 3 : Ligne du temps. Les rencontres M1 et M12 ont eu lieu en coprésence, les autres sur le SDC. Une présentation intermédiaire a eu lieu lors de M8. Les rencontres M3, M6 et M10 font l'objet des analyses détaillées.

De cette ligne du temps, on peut conclure qu'effectivement, le groupe G1 est plus efficace que le groupe G2 : un temps considérable est passé sur la définition des grandes lignes du bâtiment, ce qui implique une réduction de la longueur des autres phases. Nous reviendrons sur ces résultats.

Qualité de la collaboration

Les graphiques suivants montrent les scores des deux groupes sur les six dimensions de l'échelle de la qualité de la collaboration.

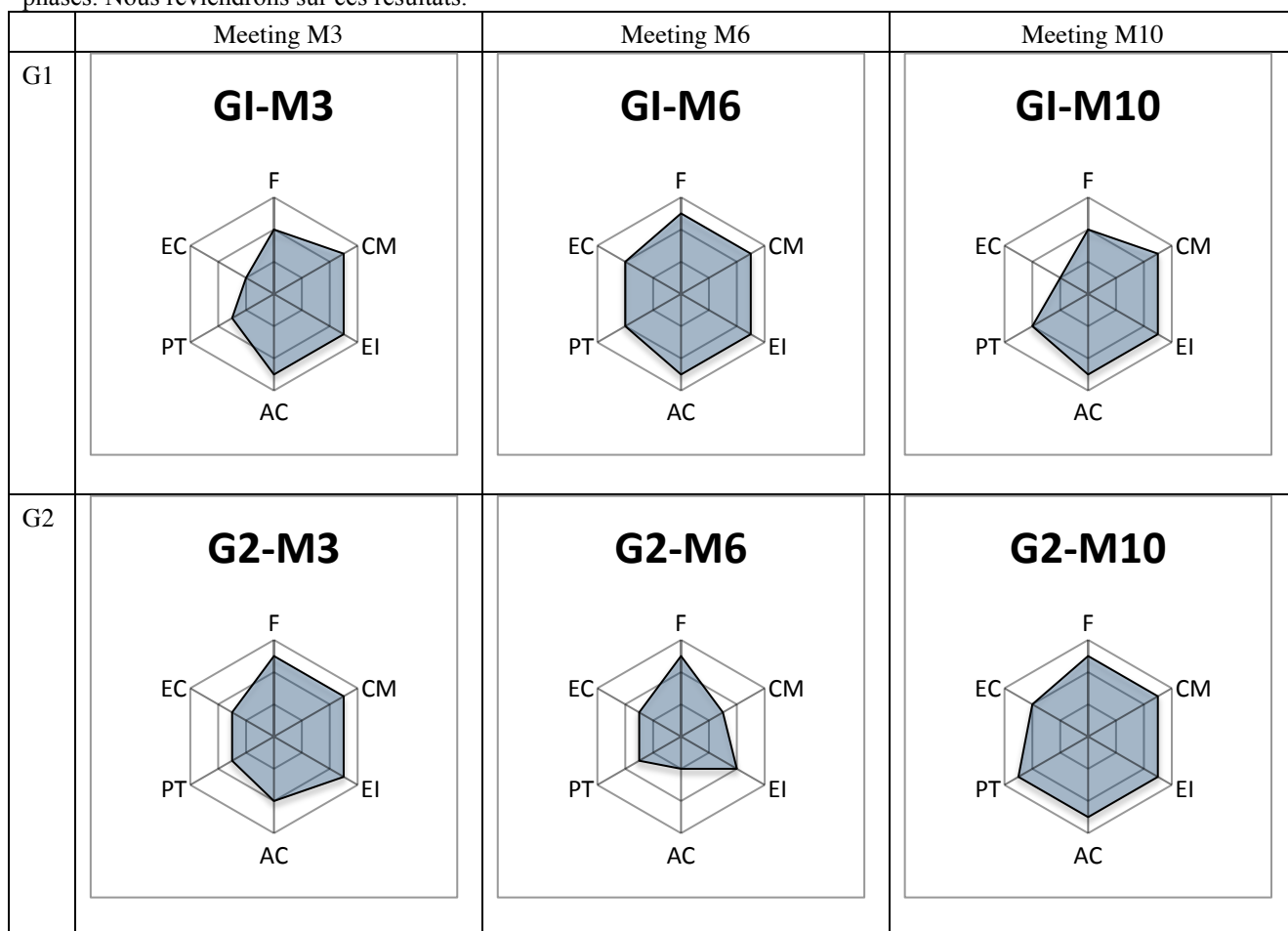


Figure 4 : Scores sur l'échelle de la qualité de la collaboration

F = fluidité de la collaboration ; CM = compréhension mutuelle soutenue ; EI = Echange d'informations pour la résolution de problèmes AC = argumentation et consensus ; PT = processus de travail et gestion du temps ; EC = équilibre des contributions

Comparaisons inter-groupes

A la rencontre M3, les graphiques de la figure 4 montrent clairement que les deux groupes ne

collaborent pas sur les mêmes bases : Le groupe G1 a un score légèrement plus élevé que le groupe G2 sur presque tous les critères. Les deux groupes ont cependant une faiblesse dans les dimensions

« processus et gestion du temps » (PT) et « Equilibre des contributions » (EC). Ces deux dimensions se réfèrent plus à la « forme » qu'au contenu de la collaboration.

A la rencontre M6, la différence observée entre les deux groupes semble s'intensifier : alors que G2 est rentré en rythme de croisière (la collaboration est jugée d'excellente qualité), G2 éprouve de nombreuses difficultés et son score régresse même sur les dimensions « compréhension mutuelle » et « argumentation et consensus », signe saillant d'une forme de « crise » dans la collaboration.

A la rencontre M10, cependant, la situation est inversée : G1 voit un grand déséquilibre des contribution de ses membres, alors que G2 est caractérisé par une collaboration jugée excellente.

Ces premiers résultats nous montrent que d'une part, la collaboration est un processus dynamique, qui peut évoluer dans le temps et, d'autre part, qu'elle est multidimensionnelle, car les différentes dimensions évoluent de manière indépendante, et qu'un unique score de qualité de la collaboration ne permet pas de mettre en avant la richesse de ce processus.

Comparaisons intra-groupes

Dans le groupe G1, on peut identifier une structure semblable dans les rencontres M3 et M10 (collaboration de qualité excepté pour l'équilibre des contributions), alors que la rencontre du milieu (M10) peut être qualifiée d'excellente sur toutes les dimensions. Pour le groupe G2, on observe des difficultés en M3, une véritable crise dans M6 et une collaboration excellente en M10. Pour être interprétés correctement, ces résultats doivent être mis en rapport avec le processus de conception (voir ligne du temps, figure 3).

Pour G1, en M3, le groupe démarre la collaboration, ce qui peut expliquer que les contribution des membres ne soient pas encore équilibrées et qu'il soit difficile de gérer le temps et le processus (rappelons que les contraintes sont fortes, les séances étant strictement limitées à une heure et prenant place sur un environnement nouveau). Cependant, le groupe n'a

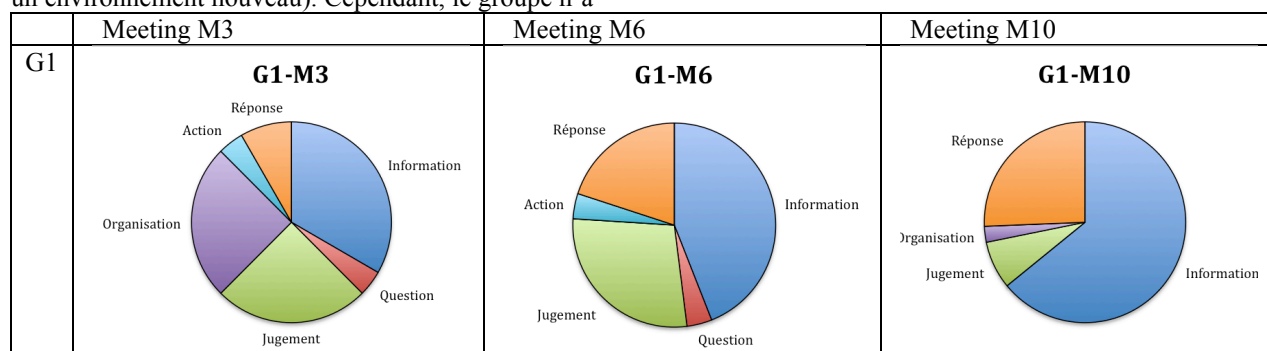
pas de mal à prendre des décisions consensuelles : il est d'ores et déjà en phase de conception. En M6, G1 a véritablement atteint son « rythme de croisière » : les décisions sont prises par tous les membres et la qualité de la collaboration est jugée excellente. En M10, la diminution du score dans la dimension « équilibre des contributions » est aisément explicable par le fait que le groupe est passé en phase de production. Ainsi, les réunions sont l'occasion de résoudre collectivement des difficultés précises liées au travail de l'un ou de l'autre. Il est donc tout à fait naturel que les contribution soient déséquilibrées, fonction des problèmes à résoudre. La collaboration n'en est pas moins d'excellente qualité.

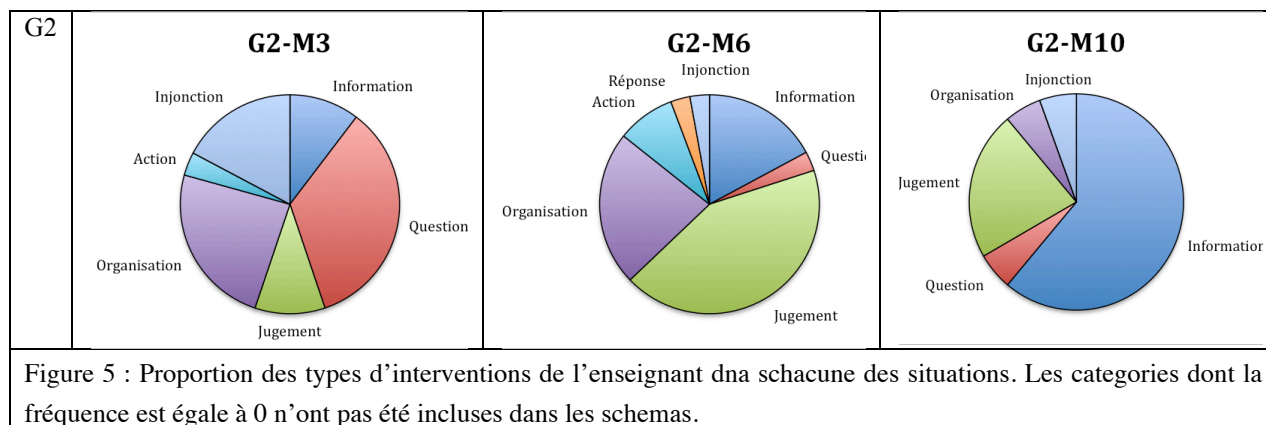
Pour G2, la même difficulté de démarrage existe en M3 mais, en outre, le groupe a globalement du mal à se mettre d'accord. Ils sont d'ailleurs toujours à ce stade dans la définition du problème. En M6, le groupe est manifestement en crise : il leur est difficile de prendre des décisions, et le groupe est manifestement bloqué dans la phase de définition. Il faudra une intervention de l'enseignant (voir point suivant) pour débloquer la situation. En M10, cependant, le groupe est rentré en phase de conception, et est caractérisé par une qualité de collaboration tout à fait comparable à celle de G1 dans la même phase.

Au vu de ces résultats, il est intéressant de constater que la qualité de la collaboration est plus liée à l'état d'avancement du processus qu'à la composition intrinsèque du groupe. Il semble que la qualité de la collaboration et le processus de conception entretiennent un double rapport : une bonne collaboration est nécessaire à l'avancement du projet, et cet avancement fournit une condition pour une bonne collaboration.

Rôle de l'enseignant

Les différentes interventions de l'enseignant lors de chacune des séances sont répertoriées dans les schémas de la figure 4.





On remarque que l'encadrant adopte plusieurs types de rôles. Dans le groupe 1, l'enseignant adopte une posture de co-concepteur, en fournissant de nombreuses informations (idées, références...) pour susciter la réflexion. Mais, alors que cette posture perdure dans le temps, l'enseignant, en parallèle, va progressivement passer d'une posture de facilitateur en M3, caractérisée par des interventions d'organisation de la gestion du groupe et de jugements (ici majoritairement positifs), à une posture d'expert en M6, consistant à répondre à des questions du groupe.

Dans le groupe 2, l'enseignant se pose d'abord pleinement en facilitateur : Il organise le groupe, pose des questions pour clarifier la communication et donne même plusieurs injonctions. Ensuite, en M6, au moment où le groupe est manifestement dans une impasse (comme en témoigne leur difficulté à sortir de la phase de définition de problème et par les difficultés de collaboration évoquées au point

précédent), l'encadrant va pleinement adopter une démarche de correction : il pose principalement des jugements (ici, très souvent des désaccords), gère le groupe et les contraintes de temps (organisation) de manière assez explicite pour préparer le groupe à sa présentation intermédiaire, et fournit des informations qui visent à aider le groupe à prendre de bonnes décisions. L'enseignant à ce stade essaie surtout à faire sortir le groupe de l'impasse dans laquelle il est coincé, en adoptant une posture relativement ferme. Enfin, en G10, l'enseignant adopte une posture de co-conception (avec une majorité d'informations et de jugements positifs), telle qu'on peut la retrouver pour G1.

Synthèse

Les résultats de cette première étude montrent clairement une adaptation mutuelle des trois variables étudiées. Les tableaux 1 et 2 synthétisent les résultats pour les deux groupes aux trois moments observés.

Groupe 1	M3	M6	M10
Phase	Conception	Conception	Production
Qualité	Excellente sauf Gestion et Equilibre des contributions	Excellente	Excellente sauf Equilibre des contributions
Enseignant	Co-concepteur, Facilitateur	Co-concepteur, Facilitateur, Expert	Co-concepteur, Expert

Tableau 1 : phases du processus, qualité de la collaboration et posture de l'enseignant dans les trois moments pour G1

Groupe 2	M3	M6	M10
Phase	Définition	Définition	Conception
Qualité	Problématique	Problématique	Excellente
Enseignant	Facilitateur	Correcteur	Co-concepteur

Tableau 2 : phases du processus, qualité de la collaboration et posture de l'enseignant dans les trois moments pour G2

Ainsi, en fonction de l'état d'avancement du processus de conception, la collaboration est d'une qualité différente et l'enseignant agit différemment. Même si de nouveau il est difficile de pouvoir exactement déterminer quelle variable a une influence sur l'autre, ces résultats montrent que la collaboration est intimement liée au résultat, ainsi qu'à des agents extérieurs.

DISCUSSIONS ET PERSPECTIVES

Cette étude nous montre plusieurs choses. Tout d'abord, elle démontre la faisabilité de la conception collaborative à distance. Les étudiants arrivent, même pour le groupe ayant subi des difficultés au démarrage, à un résultat tout à fait satisfaisant au

terme de l'expérience. Le dispositif du Studio Digital Collaboratif semble très adapté à cette problématique.

Ensuite, elle nous donne des enseignements sur la collaboration. Nos résultats montrent clairement qu'il est réducteur de voir le processus collaboratif comme un phénomène isolé, mais qu'au contraire, il entretient des rapports complexes avec d'autres éléments du contexte. Si ces premiers résultats sont intéressants, nos futurs travaux investiguerons d'autres variables en œuvre dans cet atelier : l'importance des représentations externes pour communiquer, le rôle des modalités d'échanges...

Enfin, cette étude met en exergue le rôle actif endossé par les enseignants dans ce dispositif. En effet, l'encadrant adapte naturellement sa posture à la conduite du processus. Il est une ressource pour sortir les groupes des difficultés et, quand le groupe collabore efficacement, il endosse un rôle de co-concepteur. Ainsi, il influence directement la conduite du processus de conception et, directement et indirectement, la qualité de la collaboration des groupes.

BIBLIOGRAPHIE

- Anastassova, M. & Burkhardt, J-M. (2009), Automotive technicians' training as a community-of-practice: Implications for the design of an augmented reality teaching aid. *Applied Ergonomics*, 40, pp. 713–721
- Burkhardt, J-M., Détienné, F., Hebert, A.-M., Perron, (2009) Assessing the "Quality of Collaboration" in Technology-Mediated Design Situations with Several Dimensions. *Proceedings of INTERACT 2009*, , pp. 157–160
- Burkhardt, J-M., Détienné, F., Hebert, A.-M., Perron, L. , Safin, S. Leclercq, P. (2009) An approach to assess the quality of collaboration in technology-mediated design situations. *Proceedings of ECCE 2009 : European Conference on Cognitive Ergonomics*. Helsinki, Septembre
- Norman, D.A. (1998). *The invisible computer*, MIT Press, Cambridge University Press, MA
- Safin, S., Boulanger, C. & Leclercq, P (2005) Premières évaluation d'un Bureau Virtuel pour un processus de conception augmenté. *Proceedings of IHM 2005*. Toulouse, France : ACM Press. pp. 107-114 .
- Safin, S., Delfosse, V., & Leclercq, P. (2010) Mixed-reality prototypes to support early creative design. In E. Dubois, P. Gray & L. Nigay (Eds). *The Engineering of Mixed Reality Systems*. London : Springer
- Safin, S. & Leclercq, P. (2009). User studies of a sketch-based collaborative distant design solution in industrial context. *Proceedings of CDVE 2009. The 6th International Conference on Cooperative Design, Visualization and Engineering*. Luxembourg, Septembre.
- Spada, H., Meier, A., Rummel, N., Hauser, S.: A new method to assess the quality of collaborative process in CSCL. In: Koschmann, T., Suthers, D., Chan, T.W. (eds.) *Computer Supported Collaborative Learning 2005: The Next 10 Years!*, pp. 622–631. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah (2005)